

Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik

Heft

863

2003

Forschungsberichte aus dem Forschungsprogramm
des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen und
der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V.

Aufstellung von Anforderungswerten an den dynamischen Verformungsmodul

Teil 1: Datensammlung und Auswertung

Dipl.-Ing. Klaus Hartmann
Dipl.-Ing. Gerhard Bräu

Teil 2: Untersuchung gerätetechnischer Unterschiede verschiedener Leichter Fallgewichtsgeräte

Dipl.-Ing. Gerhard Bräu

Lehrstuhl und Prüfamts für Grundbau,
Bodenmechanik und Felsmechanik der
Technischen Universität München

Februar 2003

HLuHB Darmstadt



15568690

Herausgegeben vom Bundesministerium für Verkehr, Bau- und
Wohnungswesen, Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr, Bonn

Inhaltsverzeichnis

Teil 1: Datensammlung und Auswertung

1	Vorbemerkung	15	4.7	Prüfberichte der Firmen Bolab und PEBA	22
2	Aufgabenstellung	15	4.8	Landschaftsverband Westfalen-Lippe	23
3	Der dynamische Plattendruckversuch	16	4.9	Baustoff- und Bodenprüfstelle Wetzlar	24
3.1	Versuchsdurchführung nach TP BF-StB Teil 8.3	17	5	Statistik	24
3.1.1	Versuchsbedingungen	17	5.1	Verteilungsfunktion	24
3.1.2	Vorbereiten des Prüfpunktes	17	5.2	Regression/Korrelation	24
3.1.3	Versuchsdurchführung	17	5.2.1	Regression	24
3.1.4	Aufgaben des Prüfpunktes	17	5.2.1.1	Linearer Regressionsansatz	25
3.2	Gerätebeschreibung nach TP BF-StB Teil 8.3	17	5.2.1.2	Schätzung von Standardabweichungen	25
3.3	Kalibrierung des dynamischen Plattendruckgerätes und Kontrolle der Setzungsmesseinrichtung	18	5.2.1.3	Konfidenzintervalle für die Regressionsgerade	25
3.3.1	Belastungsvorrichtung	18	5.2.1.4	Linearisierende Transformation	25
3.3.2	Setzungsmesseinrichtung	18	5.2.2	Korrelation	26
3.3.3	Kontrolle der Setzungsmess- einrichtung durch den Anwender	19	5.2.2.1	Der Korrelationskoeffizient (Die Schätzung und die verbesserte Schätzung)	26
3.3.4	Aktuelle Untersuchung zur Kalibrierung	19	5.2.2.2	Prüfung auf Vorhandensein einer Korrelation	26
3.4	Ermittlung von Korrelations- und Vergleichswerten zum dynamischen Verformungsmodul	19	5.3	Die Kovarianzanalyse	26
3.4.1	Allgemeines	19	5.3.1	Test auf Homogenität der Regressionskoeffizienten	27
3.4.2	Messfläche, Messvolumen	19	6	Datenbank	27
3.4.3	Bodenart, Wassergehalt	20	7	Voraussetzungen für die Auswertung der Versuchsdaten ...	28
3.4.4	Schichtdicke, Untergrundeinfluss, Tiefenwirkung	20	7.1	Allgemeines	28
4	Literaturhinweise	21	7.1.1	Prüfvorschrift	28
4.1	Kommentar zur ZTVE	21	7.1.2	Messobjekt	28
4.2	Tätigkeitsbericht des Arbeitsausschuss Prüftechnik AA 5.5 FGSV 1995/1996 ..	21	8	Auswertung	29
4.3	NGT 39	21	8.1	Nicht begrenzte Auswertung: $E_{vd}-E_{v2}$	30
4.4	Veröffentlichungen von WEINGART ..	22	8.1.1	Alle dynamischen Plattendruckgeräte; Vergleich der Böden	31
4.5	Landesamt für Straßenbau Sachsen-Anhalt	22	8.1.2	Dynamische Plattendruckgeräte: Stahlfeder; Vergleich der Böden	31
4.6	Firmenprospekt	22	8.1.3	Dynamische Plattendruckgeräte: Gummipuffer; Vergleich der Böden ..	32
			8.1.4	Zusammenfassung	32
			8.1.4.1	Ergebnisse der Auswertung	32

8.1.4.2	Mögliche Zusammenfassung von Bodenklassen	34	8.7	Boden A: Kies – Sand; Ohne Untergrundeinfluss (N); Nicht begrenzte Auswertung	53
8.1.4.3	Vergleich der Plattendruckgeräte	34	8.7.1	Dynamische Plattendruckgeräte: Stahlfeder; Vergleich: Kies – Sand, Boden A (N)	54
8.1.4.4	Zusammenfassung	35	8.7.2	Dynamische Plattendruckgeräte: Gummipuffer; Vergleich: Kies – Sand, Boden A (N)	54
8.2	Begrenzte Auswertung: $E_{vd}-E_{v2}$	36	8.7.3	Zusammenfassung	55
8.2.1	Alle dynamischen Plattendruckgeräte; Vergleich der Böden	36	8.7.3.1	Ergebnisse der Auswertung	55
8.2.2	Dynamische Plattendruckgeräte: Stahlfeder; Vergleich der Böden	37	8.7.3.2	Vergleich der Böden	55
8.2.3	Dynamische Plattendruckgeräte: Gummipuffer; Vergleich der Böden	37	8.8	Boden A : Kies – Sand; Ohne Untergrundeinfluss (N); Begrenzte Auswertung	55
8.2.4	Zusammenfassung	37	8.8.1	Dynamische Plattendruckgeräte: Stahlfeder; Vergleich: Kies – Sand, Boden A (N)	56
8.2.4.1	Ergebnisse der Auswertung	37	8.8.2	Dynamische Plattendruckgeräte: Gummipuffer; Vergleich: Kies – Sand, Boden A(N)	56
8.2.4.2	Mögliche Zusammenfassung von Bodenklassen	40	8.8.3	Zusammenfassung	57
8.2.4.3	Vergleich der Plattendruckgeräte	41	8.8.3.1	Ergebnisse der Auswertung	57
8.2.4.4	Zusammenfassung	41	8.8.3.2	Vergleich der Böden	57
8.3	Gegenüberstellung der Ergebnisse aus den Kapiteln 8.1 und 8.2	41	8.9	Gegenüberstellung der Ergebnisse aus Kapitel 8.7 und 8.8	57
8.4	Nicht begrenzte Auswertung: $E_{vd}-E_{v2}$; Ohne Untergrundeinfluss (N)	42	8.10	Auswertung: $E_{vd}-E_{v2}$: Tragschichten	59
8.4.1	Alle dynamischen Plattendruckgeräte; Vergleich der Böden	43	8.10.1	Vergleich der dynamischen Plattendruckgeräte	59
8.4.2	Dynamische Plattendruckgeräte: Stahlfeder; Vergleich der Böden	43	8.10.2	Vergleich der Tragschichtmaterialien: Rundkorn – Brechkorn	60
8.4.3	Dynamische Plattendruckgeräte: Gummipuffer; Vergleich der Böden	44	8.10.3	Ergebnisse der Auswertung	60
8.4.4	Zusammenfassung	44	8.11	Auswertung: $E_{vd}-D_{Pr}$	60
8.4.4.1	Ergebnisse der Auswertung	44	8.11.1	Alle dynamischen Plattendruckgeräte; Vergleich der Böden	60
8.4.4.2	Mögliche Zusammenfassung von Bodenklassen	46	8.11.2	Dynamische Plattendruckgeräte: Stahlfeder; Vergleich der Böden	62
8.5	Begrenzte Auswertung: $E_{vd}-E_{v2}$; Ohne Untergrundeinfluss (N)	47	8.11.3	Dynamische Plattendruckgeräte: Gummipuffer; Vergleich der Böden	62
8.5.1	Alle dynamischen Plattendruckgeräte; Vergleich der Böden	48	8.11.4	Zusammenfassung	63
8.5.2	Dynamische Plattendruckgeräte: Stahlfeder; Vergleich der Böden	48	8.11.4.1	Ergebnisse der Auswertung	63
8.5.3	Dynamische Plattendruckgeräte: Gummipuffer; Vergleich der Böden	48	8.11.4.2	Vergleich der Plattendruckgeräte	65
8.5.4	Zusammenfassung	49	9	Schlussbemerkung	65
8.5.4.1	Ergebnisse der Auswertung	49	9.1	$E_{v2}-E_{vd}$	66
8.5.4.2	Mögliche Zusammenfassung der Bodenklassen	51	9.2	$E_{v2}-E_{vd}$, Tragschichten	66
8.6	Gegenüberstellung der Ergebnisse aus Kapitel 8.4 und 8.5 in Verbindung mit Kapitel 8.1 und 8.2	51			

9.3	$E_{vd}-D_{Pr}$	66	3.2.4	Einstellung gleicher maximaler Stoßkräfte (ungefiltert)	82
9.4	Ausblick	66	3.2.5	Vergleich über Flächenintegral der Stoßkraftverläufe	82
10	Literaturverzeichnis	67	3.2.6	Zusammenfassung	82
Teil 2: Untersuchung geräte-technischer Unterschiede verschiedener Leichter Fallgewichtsgeräte			3.3	Unterlage Gummiplatten, Variation der Stoßkräfte	82
1	Aufgabenstellung	71	3.3.1	Auswertungen mit gefilterter Stoßkraft	83
2	Versuchseinrichtungen und -durchführung	71	3.3.2	Auswertungen mit ungefilterter Stoßkraft	84
2.1	Leichte Fallgewichtsgeräte	71	3.4	Zusammenfassung	85
2.1.1	LFG 1	71	4	Vergleich der verschiedenen LFG auf natürlichem Untergrund	85
2.1.2	LFG 2	71	4.1	Kies	85
2.1.3	LFG 3	71	4.2	Sand	85
2.2	Kalibrierstand für LFG	72	4.3	Organischer Boden	85
2.3	Kalibrierergebnisse	73	4.4	Zusammenfassung	85
2.3.1	Kalibrierung LFG 1	73	5	Vergleich der verschiedenen LFG mit dem statischen Plattendruckgerät ..	87
2.3.2	Kalibrierung LFG 2	73	6	Temperaturabhängigkeit der LFG ..	88
2.3.3	Kalibrierung LFG 3	74	7	Schlussbemerkungen	89
2.3.4	Zusammenfassung	74	8	Literaturverzeichnis	89
2.4	Untergrundmaterialien	74			
2.4.1	Kies	74			
2.4.2	Sand	74			
2.4.3	Organischer Boden	74			
2.4.4	Gummiplatten	74			
3	Vergleich der verschiedenen LFG auf künstlichem Untergrund	74			
3.1	Einflüsse auf die Stoßkraft	76			
3.1.1	Wiederholungsstöße ohne größere Pause	76			
3.1.2	Wiederholungsstöße mit größerer Pause	77			
3.2	Unterlage Gummiplatten, Stoßkräfte gemäß Kalibrierung nach TP BF	80			
3.2.1	Vergleichsversuche LFG 1/LFG 2/LFG 3	80			
3.2.2	Setzungsmessung mit Kalibrierstation	81			
3.2.3	Vergleich der maximal auftretenden Stoßkräfte	81			